

电路笔记

CN-0192

Circuits from the Lab™ Reference Circuits	*Circuit from the Lab™实验室电路是经过测试的电路设计，用于解决常见的设计挑战，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。有关更多信息和/或技术支持，请访问：www.analog.com/zh/CN0192。*	连接/参考器件	
		AD2S1210	分辨率可变、10 位至 16 位 R/D 转换器，内置参考振荡器
		AD8662	双通道、低噪声、精密、16 V CMOS 轨到轨输出运算放大器

用于AD2S1210 旋变数字参考信号输出的高电流驱动器

评估与设计支持

电路评估板

AD2S1210 评估板(EVAL-AD2S1210EDZ)

转换器评估与开发板(EVAL-CED1Z)

设计与集成文件

原理图、布局文件、材料清单

电路功能与优势

旋变数字转换器(RDC)广泛用于汽车和工业应用中，用来提供电机轴位置/速度反馈信息。

AD2S1210是一款完整的 10 位至 16 位分辨率RDC，片内集成可编程正弦波振荡器，为旋变器提供激励。由于工作环境恶劣，AD2S1210（C 级和 D 级）的额定温度范围为−40°C 至+125°C 的扩展工业温度范围。

图 1 所示的高电流驱动器放大AD2S1210 的参考振荡器输出并进行电平转换，从而优化与旋变器的接口。该驱动器是一个使用双通道、低噪声、精密运算放大器AD8662和分立互补发射极跟随器输出级的复合放大器。一个类似的驱动器级用于互补激励输出，从而提供一个全差分信号来驱动旋变器初级绕组。AD8662 提供 8 引脚窄体SOIC和 8 引脚MSOP两种封装，额定温度范围均为−40°C至+125°C的扩展工业温度范围。

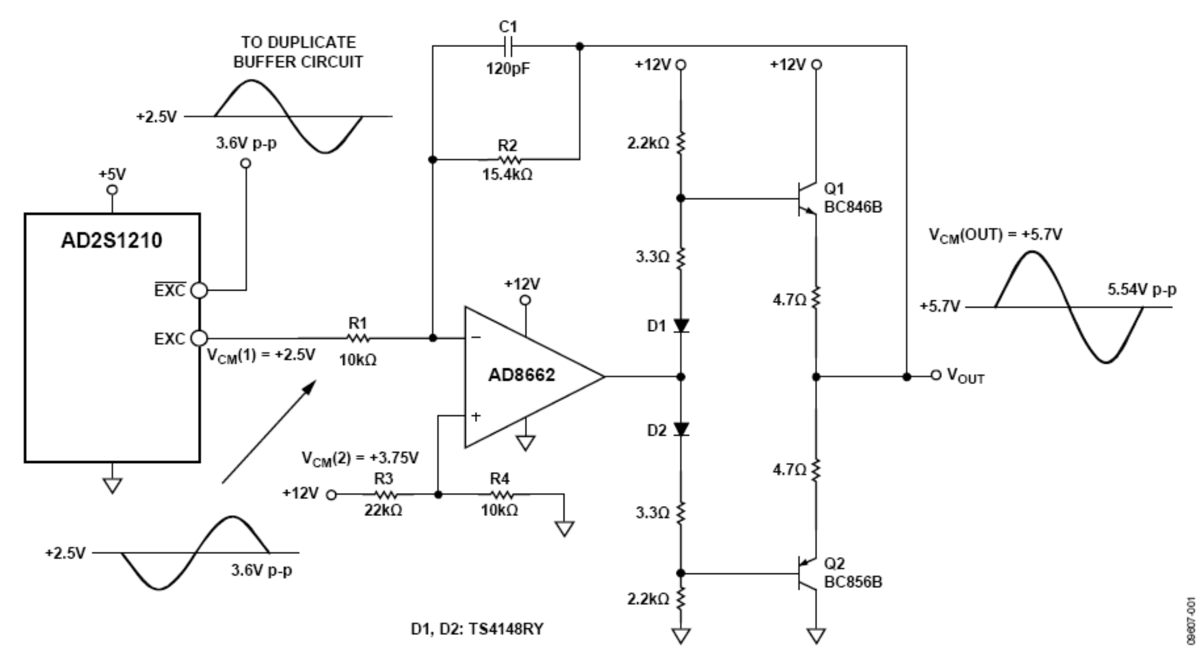


图 1. 用于 AD2S1210 RDC 参考信号输出的高电流缓冲器（原理示意图，未显示去耦和所有连接）

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 **www.analog.com/zh**
Fax: 781.461.3113

RDC 与旋转传感器配合使用，以便检测电机轴的位置和转速。在这种应用中，旋变器利用正弦波参考信号进行激励。初级绕组上的旋变器激励参考信号被转换为两个正弦差分输出信号：正弦和余弦。正弦和余弦信号的幅度取决于实际的旋变器位置、旋变器转换比和激励信号幅度。

RDC 同步采样两个输入信号，以便向数字引擎（即所谓 Type II 跟踪环路）提供数字化数据。Type II 跟踪环路负责计算位置和速度。典型应用电路如图 2 所示。

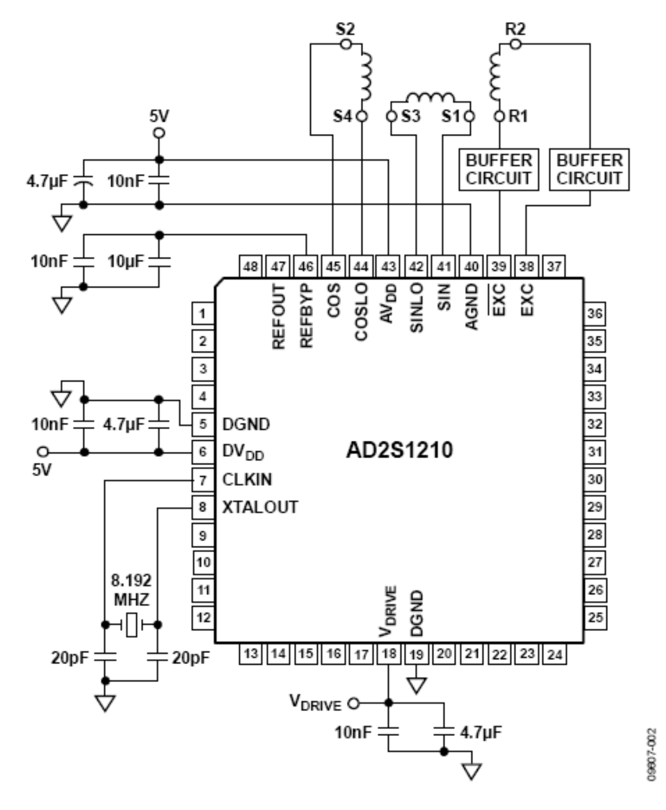


图 2. AD2S1210 RDC 典型应用电路

由于旋变器的输入信号要求，激励缓冲器必须提供高达 200 mA 的单端电流。图 1 所示的缓冲电路不仅提供电流驱动能力，而且提供 AD2S1210 激励输出信号的增益。本电路笔记说明性能要求及推荐的激励缓冲拓扑结构。典型旋变器的输入电阻在 100 Ω 至 200 Ω 之间，初级线圈应利用 7 V rms 的电压驱动。

该转换器支持 3.15 V p-p ±27%范围的输入信号。AD2S1210 的额定频率范围为 2 kHz 至 20 kHz。采用 Type II 跟踪环路跟踪输入信号，并将正弦和余弦输入端的信息转换为输入角度和速度所对应的数字量。该器件的额定最大跟踪速率为 3,125 rps。

在 16 位分辨率时，位置输出的精度误差最大值为±5.3 弧分。

电路描述

AD2S1210 采用 5 V 电源供电，输出缓冲电路要求 12 V 电源，以便向旋变器提供所需的差分信号幅度。

图 1 所示为 AD2S1210、AD8662 和相关电路的原理图，其中包括一个推挽输出级，它能够向旋变器提供所需的电源。本电路的优势之一是当不存在信号时，输出晶体管只需要少量静态电流。

AD2S1210 的激励输出通常在EXC和$\overline{\text{EXC}}$输出端提供 3.6 V p-p正弦信号，这将产生一个 7.2 V p-p差分信号。

汽车旋变器的典型转换比为 0.286。因此，如果将一个单位增益缓冲器配合 AD2S1210 使用，则旋变器输出的幅度约为差分 2 V p-p。这种信号的幅度不足以满足 AD2S1210 的输入幅度要求。理想情况下，正弦和余弦输入应具有差分 3.15 V p-p 的幅度，因此缓冲器级应提供约 1.5 的增益。

图 1 所示激励缓冲器的增益通过电阻 R1 和 R2 设置。在电路测试期间，R1 和 R2 电阻的值分别为 10 kΩ 和 15.4 kΩ，对应的增益为 1.54。

电阻 R3 和 R4 设置放大器的共模电压 VCM(2) = +3.75 V。激励输出的共模电压 VCM(1) = +2.5 V（中间电源电压）。因此，缓冲器输出共模电压 VCM(OUT)约为+5.7 V（+12 V 电源的大约一半）。

2.2 kΩ 电阻为推挽电路输入端的二极管 D1、D2 提供偏置电流，并确立该侧的静态电流。D1 和 Q1 上的电压(VBE)应保持一致，D2 和 T2 上的电压(VBE)应保持一致。3.3 Ω 电阻和 4.7 Ω 电阻上的电压也应保持一致。

选择运算放大器 AD8662 是为了满足推挽输出级的驱动要求。旋变器和 RDC 转换器往往用于恶劣环境中，因此一般需要能够在扩展温度范围（−40°C 至+125°C）工作的器件。该运放应提供 2 MHz 以上的带宽，输入失调电压应小于 1 mV。注意不得在 0 V 附近向信号引入失真，因为该失真可能无法被旋变器本身滤除。确保无失真的方法是设置输出晶体管的偏置，使得过零时仍然有足够的电流来维持线性。

由于所选的拓扑结构可以采用单电源供电，因此针对缓冲器选择的运放也应当能够采用单供电轨供电。AD8662 采用+5 V 至+16 V 的单电源供电，提供轨到轨输出，因而是理想的选择。

电容C1 与电阻R2 并联形成一个低通滤波器，用来滤除EXC和/$\overline{\text{EXC}}$输出上可能存在的任何噪声。应谨慎选择此滤波器的截止频率，确保滤波器所引起的载波相移不超过AD2S1210 的锁相范围。注意，电容C1 不是必需的，因为旋变器可以滤除AD2S1210 激励输出中的高频成分。

应当注意，在电路验证过程中，旋变器的输出直接连接到AD2S1210 输入。客户应用中经常会使用其它调整电阻和/或无源 RC 滤波器。在 AD2S1210 之前可以使用其它无源器件，但应注意不要超过数据手册规定的 AD2S1210 最大锁相范围。外部无源器件可能会导致通道间幅度不匹配误差，这会直接转化为位置误差。因此，信号路径中推荐使用至少 1%容差的电阻和 5%容差的电容。

图 3 所示为 70° 角时采集到的 12 位角度精度码直方图。图 4 所示为 16 位角度精度码直方图。图 5 所示为 100 rps 旋转速率和 16 位分辨率设置时的速度输出码直方图。

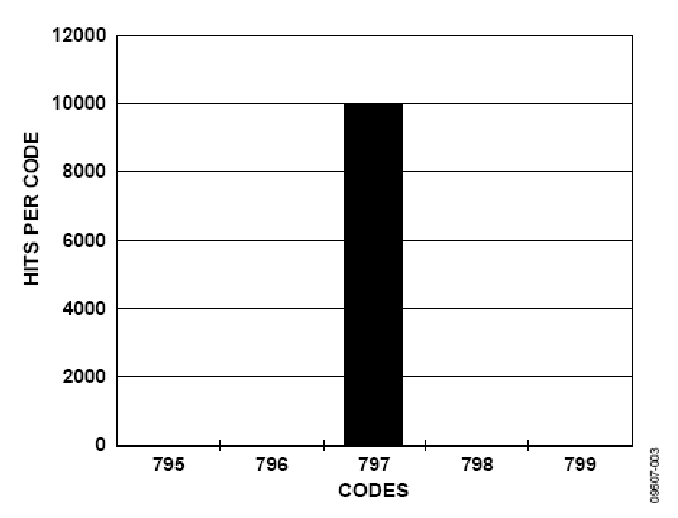


图 3. 12 位角度精度码直方图，70° 角，10,000 次采样

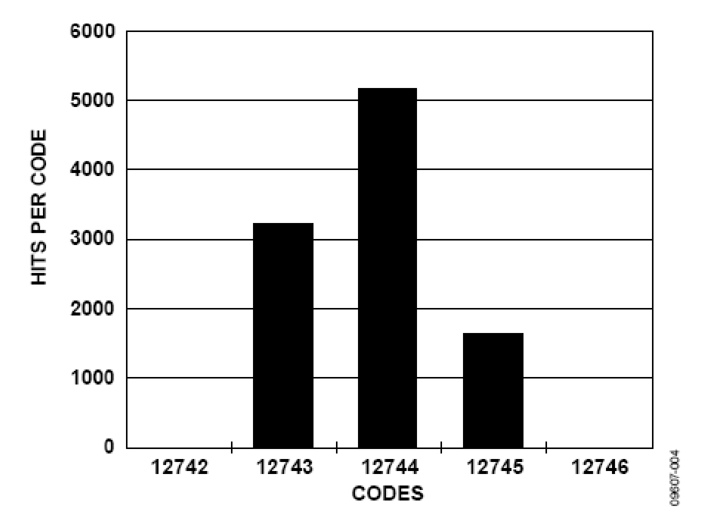


图 4. 16 位角度精度码直方图，70° 角，10,000 次采样

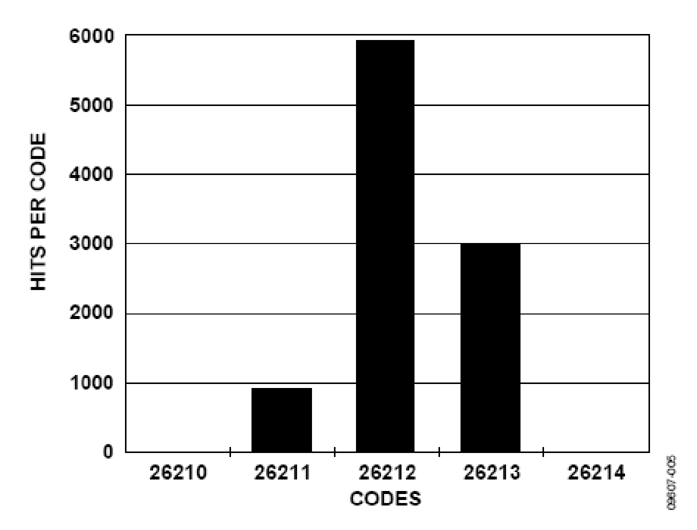


图 5. 16 位速度输出码直方图，100 rps，10,000 次采样

评估结果表明，AD2S1210 与所示的激励缓冲电路一起使用能够实现产品数据手册说明的模拟精度和速度精度。

根据应用和传感器的具体要求，可以更改 AD2S1210 和AD8662 周围的器件值。例如，通过改变电阻值，用户可以调整偏置电压、幅度和缓冲电路输出端的最大驱动能力。

常见变化

图 1 所示的缓冲电路可以在不做任何修改的情况下与ADI公司的其它旋变数字转换器一起使用，例如AD2S1200和AD2S1205。为了改变输出幅度、驱动能力和失调电压，用户应适当调整无源器件。

如果系统需要其它运算放大器，可以考虑AD8664和AD8661，它们分别是AD8662 的四通道版本和单通道版本。

电路评估和测试

为了评估和测试AD2S1210 与本电路笔记所述的电路，我们开发了评估板EVAL-AD2S1210EDZ。详细原理图、材料清单和用户说明请参阅EVAL-AD2S1210EDZ评估板用户指南。

设备要求

为了测试和评估所述电路，需要评估板EVAL-AD2S1210EDZ、评估控制器板EVAL-CED1Z、旋变器和带USB接口的PC（Windows™ 2000™或Windows™ XP™）。某些情况下可以用旋变器自整角机标准代替旋变器，以便仿真实际传感器的功能。North Atlantic Model 5300是一款合适的旋变器仿真器。

开始使用

EVAL-AD2S1210EDZ 评估板用户指南 说明了EVAL-AD2S1210 板和EVAL-CED1Z板的软件安装程序。EVAL-CED1Z板的详细运作信息请参阅EVAL-CED1Z转换器评估与开发平台和EVAL-CED1Z技术文档。

设置与测试

关于AD2S1210 测试的详细信息请参阅EVAL-AD2S1210EDZ评估板用户指南。

进一步阅读

CN0192 Design Support Package:
http://www.analog.com/CN0192-DesignSupport

Zumbahlen, Hank. *Linear Circuit Design Handbook*, Chapters 3 and 6

Thomas, Mark. *Dynamic Characteristics of Tracking Converters*, Application Note AN-264, Analog Devices

Gasking, John. *Resolver-to-Digital Conversion*, Application Note AN-263, Analog Devices

Shi-halung Fu, Dennis. *Digital Resolver Integration*, Application Note AN-234, Analog Devices

MT-030 Tutorial, *Resolver-to-Digital Converters*, Analog Devices

数据手册和评估板

AD2S1210 Data Sheet

AD8662 Data Sheet

EVAL-AD2S1210EDZ Evaluation Board User Guide

EVAL-AD2S1210 Evaluation Board Software

EVAL-CED1Z Converter Evaluation and Development Platform

EVAL-CED1Z Technical Documentation

修订历史

3/11—Revision 0: Initial Version

